



面向
21世纪
高级应用型人才

中国高等职业技术教育研究会推荐
高职高专系列规划教材

电工技术实训

主 编 王 瑾 陈素芳
主 审 刘守义



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

□中国高等职业技术教育研究会推荐

高职高专系列规划教材

电工技术实训

主编 王 瑾 陈素芳

主审 刘守义

西安电子科技大学出版社

2005

内 容 简 介

本书是为高职高专工科类学生掌握“电工技术”或“电路分析”等课程编写的实训教材。本教材结合多年成功的教学经验和成果,对传统电工实训内容进行了梳理和拓宽,突出原理,突出应用,突出新技术。全书共分7章,36个实训项目。每个实训项目大都列有实训目的、原理说明、实训设备和器件、实训内容和步骤、注意事项、分析思考等具体内容。经过教、学、练的过程,可使学生在基本原理、工艺要求、实践技能、故障检查等方面打下坚实的基础。

本书可作为高职高专工科类专业教材,亦可作为培训教材。

★ 本书配有电子教案,需要者可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

电工技术实训/王瑾,陈素芳主编.

—西安:西安电子科技大学出版社,2005.8

(高职高专系列规划教材)

ISBN 7-5606-1559-7

I. 电… II. ①王… ②陈… III. 电工技术—高等学校:技术学校—教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 078700 号

策 划 马乐惠

责任编辑 雷鸿俊 马乐惠

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

<http://www.xduph.com> E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位:陕西光大印务有限责任公司

版 次 2005年8月第1版 2005年8月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张·10.125

字 数 234千字

印 数 1~4 000册

定 价 12.00元

ISBN 7-5606-1559-7/TM·0021

XDUP 1850001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

序

1999 年以来,随着高等教育大众化步伐的加快,高等职业教育呈现出快速发展的形势。党和国家高度重视高等职业教育的改革和发展,出台了一系列相关的法律、法规、文件等,规范、推动了高等职业教育健康有序的发展。同时,社会对高等职业技术教育的认识在不断加强,高等技术应用型人才及其培养的重要性也正在被越来越多的人所认同。目前,高等职业技术教育在学校数、招生数和毕业生数等方面均占据了高等教育的半壁江山,成为高等教育的重要组成部分,在我国社会主义现代化建设事业中发挥着极其重要的作用。

在高等职业教育大发展的同时,也有着许多亟待解决的问题。其中最主要的是按照高等职业教育培养目标的要求,培养一批具有“双师素质”的中青年骨干教师;编写出一批有特色的基础课和专业主干课教材;创建一批教学工作优秀学校、特色专业和实训基地。

为解决当前信息及机电类精品高职教材不足的问题,西安电子科技大学出版社与中国高等职业技术教育研究会分两轮联合策划、组织编写了“计算机、通信电子及机电类专业”系列高职高专教材共 100 余种。这些教材的选题是在全国范围内近 30 所高职高专院校中,对教学计划和课程设置进行充分调研的基础上策划产生的。教材的编写采取公开招标的形式,以吸收尽可能多的优秀作者参与投标和编写。在此基础上,召开系列教材专家编委会,评审教材编写大纲,并对中标大纲提出修改、完善意见,确定主编、主审人选。该系列教材着力把握高职高专“重在技术能力培养”的原则,结合目标定位,注重在新颖性、实用性、可读性三个方面能有所突破,体现高职教材的特点。第一轮教材共 36 种,已于 2001 年全部出齐,从使用情况看,比较适合高等职业院校的需要,普遍受到各学校的欢迎,一再重印,其中《互联网实用技术与网页制作》在短短两年多的时间里先后重印 6 次,并获教育部 2002 年普通高校优秀教材二等奖。第二轮教材预计在 2004 年全部出齐。

教材建设是高等职业院校基本建设的主要工作之一,是教学内容改革的重要基础。为此,有关高职院校都十分重视教材建设,组织教师积极参加教材编写,为高职教材从无到有,从有到优、到特而辛勤工作。但高职教材的建设起步时间不长,还需要做艰苦的工作,我们殷切地希望广大从事高等职业教育的教师,在教书育人的同时,组织起来,共同努力,编写出一批高职教材的精品,为推出一批有特色的、高质量的高职教材作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长

李家亮

IT 类专业系列高职高专规划教材编审专家委员会名单

主 任：高 林 （北京联合大学副校长，教授）

副主任：温希东 （深圳职业技术学院电子通信工程系主任，教授）

李卓玲 （沈阳电力高等专科学校信息工程系主任，教授）

李荣才 （西安电子科技大学出版社总编辑，教授）

计 算 机 组：组长：李卓玲(兼) （成员按姓氏笔画排列）

丁桂芝 （天津职业大学计算机工程系主任，教授）

王海春 （成都航空职业技术学院电子工程系副教授）

文益民 （湖南工业职业技术学院信息工程系主任，副教授）

朱乃立 （洛阳大学电子工程系主任，教授）

李 虹 （南京工业职业技术学院电气工程系副教授）

陈 晴 （武汉职业技术学院计算机科学系主任，副教授）

范剑波 （宁波高等专科学校电子技术工程系副主任，副教授）

陶 霖 （上海第二工业大学计算机学院教授）

徐人凤 （深圳职业技术学院计算机应用工程系副主任，高工）

章海鸥 （金陵科技学院计算机系副教授）

鲍有文 （北京联合大学信息学院副院长，副教授）

电子通信组：组长：温希东(兼) （成员按姓氏笔画排列）

马晓明 （深圳职业技术学院电子通信工程系副主任，副教授）

于 冰 （宁波高等专科学校电子技术工程系副教授）

孙建京 （北京联合大学教务长，教授）

苏家健 （上海第二工业大学电子电气工程学院副院长，高工）

狄建雄 （南京工业职业技术学院电气工程系主任，副教授）

陈 方 （湖南工业职业技术学院电气工程系主任，副教授）

李建月 （洛阳大学电子工程系副主任，副教授）

李 川 （沈阳电力高等专科学校自动控制系副教授）

林训超 （成都航空职业技术学院电子工程系主任，副教授）

姚建永 （武汉职业技术学院电子信息系主任，副教授）

韩伟忠 （金陵科技学院龙蟠学院院长，高工）

项目总策划：梁家新

项 目 策 划：马乐惠 云立实 马武装 马晓娟

电 子 教 案：马武装

前 言

本书是为高职高专工科类学生掌握“电工技术”或“电路分析”等课程编写的实训教材。在本书的编写过程中，我们总结了深圳职业技术学院“电路分析”课程改革的成果，汲取了多年来不同院校、专业的教学经验，其前期讲义在深圳职业技术学院“电工技术”课程中多次使用，经不断修改使之日趋完善。

本书具有如下特点：

第一，注重体现“以专业技术应用能力培养为核心，以实践教学为主线，以训练项目为先导，以理论教学为支撑”的教学新思路。电路分析是人类文明和社会生活的重要技术基础，涉及到的专业理论与技能是高职机电类专业的学生必须掌握的重要内容。本书按照从简单到复杂，从特殊到一般，从基本到综合的进阶式与循环式原则设计实训项目，具有鲜明的高职特色。

第二，注重对学生技术应用能力的训练。本书在项目的选材与建构上十分注重突出电路分析的应用性，通过对实际应用电路的训练，使学生掌握电路连接、电工测量、故障排除等基本技能与技巧，掌握常用电工仪器仪表的基本原理和使用方法，掌握数据的采集、处理和各种现象的观察、分析方法，培养学生用基本理论分析问题、解决问题的能力和严肃认真的科学态度。

第三，注重体现理论与实践相结合的教育原则。本书每个实训项目都配有实训目的、原理说明、操作步骤、注意事项、分析思考等具体内容，以实例引出应用电路并引申至电路的基本概念与分析方法。先实践、后理论，先感性认识、再理性认识，符合人们认识事物的规律，有利于引发学生的好奇心和求知欲。

全书分7章，共36个实训项目；另外还包括6个附录。为便于教与学，书中的图号、表号、公式号等未按章节编排，而是随各实训项目排序。

本书的教学参考时数为46~60学时，实际使用时可根据不同专业需要对实训项目进行取舍。

本书由王瑾、陈素芳任主编。各部分的执笔者分别是：王瑾，实训项目6、8~10、13~16、21、34；陈素芳，实训项目2、3、7、11、12、17、20、22、27，实训必读，附录三~六；林玲，实训项目19、23、24、28、32、33；苏强，实训项

目 1、4、5；杜江，实训项目 18、25、26、29~31、36；阮友德，实训项目 35；张迎辉，附录一；林丹，附录二。由王瑾、陈素芳负责总体策划及全书统稿。刘守义认真审阅了全书。深圳职业技术学院电工技术实训室为本书的出版在许多方面提供了方便，不少教师对本书的编写提供了基本素材和很好的建议，在此表示诚挚的谢意。

由于时间紧迫和编写者水平有限，书中的错误和缺点在所难免。欢迎读者对本书提出批评和建议。

编 者

2005 年 5 月

于深圳职业技术学院

目 录

实训必读	1
第 1 章 元器件的识别及仪器仪表的使用	4
1.1 元器件的识别	4
实训项目 1 常用元器件的识别及简单测试	4
实训项目 2 晶体二极管的简易测试	9
实训项目 3 晶体三极管的简易测试	11
1.2 仪器仪表的使用	14
实训项目 4 稳压电源、万用表的使用及电路元件伏安特性的测试	14
实训项目 5 示波器和信号发生器的使用	20
第 2 章 直流电路	25
2.1 线性电路的基本定律	25
实训项目 6 基尔霍夫定律的验证和电位的研究	25
实训项目 7 叠加原理	27
实训项目 8 戴维南定理验证电路的设计	31
2.2 直流电路小制作	35
实训项目 9 电阻温度计的设计制作	35
第 3 章 交流电路	38
3.1 正弦交流电路	38
实训项目 10 白炽灯调光实验	38
实训项目 11 简单照明电路的装接(一)	42
实训项目 12 单相电度表的装接	44
实训项目 13 简单照明电路的装接(二)	46
实训项目 14 日光灯电路阻抗计算和功率因数的提高	49
实训项目 15 RC 选频网络特性测试	51
实训项目 16 R 、 L 、 C 串联谐振电路特性的研究	54
3.2 三相电路	57
实训项目 17 三相电路的测量	58
实训项目 18 三相四线有功电度表的装接	63
第 4 章 变压器和异步电动机	67
4.1 互感与变压器	67

实训项目 19 互感电路的测量	67
实训项目 20 单相变压器高、低压绕组及同名端的测量	70
实训项目 21 小型变压器的设计制作	74
实训项目 22 三相变压器绕组的判定	78
4.2 三相异步电动机	83
实训项目 23 三相异步电动机的测量及三表使用	83
4.3 单相异步电动机	88
实训项目 24 单相异步电动机的运行	88
第 5 章 继电接触控制电路	90
5.1 常用低压电器	90
实训项目 25 常用低压电器的识别	90
5.2 异步电动机的基本控制电路和保护环节	98
实训项目 26 单向运转控制电路	98
实训项目 27 电气联锁的正反转控制电路	101
实训项目 28 机械联锁和电气联锁的正反转控制电路	103
5.3 异步电动机常用的控制方式	106
实训项目 29 带行程开关的正反转控制电路	106
实训项目 30 能耗制动控制电路(时间控制)	109
实训项目 31 顺序控制电路	112
第 6 章 暂态电路分析与非正弦周期电路	114
6.1 暂态电路分析	114
实训项目 32 延时开关电路的连接与测量	114
实训项目 33 微分电路与积分电路的研究	116
6.2 非正弦周期电路	118
实训项目 34 非正弦周期信号的分析与测试	118
第 7 章 可编程控制器	122
实训项目 35 可编程控制器的认识及编程器的操作	122
实训项目 36 PLC 控制的正反转电路	127
附录一 测量误差的概念及仪表精确度等级	131
附录二 数字万用表、钳形电流表及兆欧表的使用	135
附录三 THHE-1 型高性能电工电子实验台介绍	142
附录四 电阻、电容标注法	146
附录五 二极管、三极管的型号标注法	149
附录六 常用电气图形符号	151
参考文献	153

实训必读

一、实训课前的准备

为了达到良好的实训效果，实训前学生必须做好以下预习要求：

- (1) 阅读实训讲义，并结合实训原理复习、掌握必要的有关理论，明确实训的目的和任务，了解实训的方法和步骤。
- (2) 选择实训仪器仪表的类型和量程，了解其使用方法。
- (3) 认真预习思考题，牢记注意事项。

二、实训操作过程

1. 实训安全守则

在实训操作过程中必须将安全用电放在第一位，安全用电包括实训者的人身安全和实训设备安全。应遵守下列安全用电规则：

- (1) 仪器设备应有良好的接地线。
- (2) 接线、拆线或改接电路时都必须在首先断开电源开关的情况下进行，严禁带电操作。应养成先接实训电路后接通电源，实训完毕先断开电源后拆实训电路的良好习惯。
- (3) 接通电源后，人体严禁直接接触电路中的未绝缘的金属导线或连接点等带电部分。

2. 仪表的合理选择与科学读数

在实训中，应根据实训电路的类型和被测量电路的性质，合理地选择测量仪表的类型与规格。需遵守下列规则：

- (1) 根据待测量的数值大小合理选择仪表的挡位和量程。如果是指针表，指针偏转应在满量程的 $1/3 \sim 2/3$ 之间为宜。
- (2) 根据待测的物理量，正确选择表笔插孔，并使表笔与仪表连接紧密。
- (3) 读数前，应先了解仪器仪表的量程与读数值。如果是指针表，当选择的仪表量程与表面刻度一致时，可以直读；若不一致时，应先按刻度数读出，然后按量程与刻度之间的倍数关系进行换算。
- (4) 读数时，要根据仪表的准确度等级，读出足够的有效数字位数，不能“少读”或“多读”。同时，对于指针表读数，要保持“眼、针、影”三点成一线。

3. 元器件的合理选择与检查

在实训中，应按照实训电路的要求选择元器件，并根据元器件的特性，用仪表检测各元器件的好坏。

4. 实训线路的正确连接与检查

在实训中,应根据实训电路图,按下列原则进行接线与检查:

(1) 接线次序应按照电路图,先接主要串联电路,再接分支电路。遇到较复杂的电路时,可将电路分成几个较简单的单元,分别连接好后再按电路结构将各单元电路相互连接起来。

(2) 布线要合理安排,走线要清楚,按照横平竖直、拐弯成直角的原则接线,导线的粗细、长短也要合适选用。

(3) 线路连接处要牢固可靠,接线端子要相互紧密接触,每一连接处的导线不应超过两根。

(4) 电路连接好后,可用万用表进行逐点检查,保证线路连接的牢固可靠。

5. 实训故障的检查与排除

在实训中,实训电路故障的检查与排除,是实训操作的一个重要内容。只有具备了一定的基础理论知识和较熟练的基本实训技能,才能迅速而准确地判断并排除故障。因此每个实训的原理说明是实训中应掌握的内容。故障按其所表现出来的不同现象分为破坏性故障和非破坏性故障。破坏性故障的现象为出现元器件发热、冒烟、烧焦味及爆炸声等;非破坏性故障的现象为实训电路不工作,即电流表、电压表无读数,指示灯不亮或电流、电压的波形不正常等。对于非破坏性故障和破坏性故障可按下述原则进行检查。

1) 对非破坏性故障的检查方法

对于非破坏性故障,应立即切断仪器、设备的电源。若电路不工作,则应先检查供电系统,包括检查电源插头或接线处接触是否良好、电源线是否断线、保险丝是否熔断等;然后按下述方法检查线路故障:

(1) 测量电阻法。仔细检查电路的全部接线是否正确,用万用表欧姆挡测量电路输入端口及输出端口的电阻值,以防输入端口短路烧坏电源,或输出端口短路烧坏实训电路元件。

(2) 通电测试法。在确认电源系统正常且实训电路内部不存在短路故障后,可采用通电测试法。即接通电源,用电压表逐点检查测量电路各部分的电压是否正常,并将各点所测得的电压与正常值相比较,分析故障电压和故障原因。从电源端开始逐点检查,逐步缩小故障可能的范围,直到查出故障所在之处或故障元件为止。

2) 对破坏性故障的检查方法

对于破坏性故障不能采用通电检查的方法,常用下述方法检查线路故障:

(1) 直观检查法。首先切断电源,仔细检查实训电路的全部接线是否正确,电路有无损坏现象,主要表现在:元器件有无变色、冒烟、烧焦味,半导体器件外壳是否过热等,以此来确定故障点或故障元件。

(2) 判断、确定故障部位。通过对照电路接线图,掌握各部分的工作原理和相互联系,根据出现的故障现象,分析故障可能发生在哪一处,用万用表的欧姆挡检查电路的通断情况,判断有无短路、断路或阻值不正常等情况。

三、实训课后的整理

实训课后的整理工作是完成对实训的总结,其主要任务是认真撰写实训报告,这是培

养学生理论联系实际及分析问题能力的重要环节之一。实训报告的质量好坏将体现实训者对实训内容的理解能力、动手能力和综合素质水平。实训报告可按下述要求书写：

(1) 通过运用学过的理论知识对实训所得数据和观察到的现象实事求是地进行计算、分析和讨论。

(2) 认真绘制实训线路图，并根据实训数据用坐标纸绘出相应的实训曲线。

(3) 针对实训内容，详细写出实训步骤。

(4) 对实训结果作出结论，并对实训中发现的问题或事故作出分析。

(5) 写出实训的心得和体会。

(6) 简明扼要，文理通顺，书写工整，图表清楚，分析合理，结论正确。

第 1 章 元器件的识别及仪器仪表的使用

本章安排了五个实训项目，通过对电工技术中常用元器件的测试和仪器仪表的使用及对实训原理的分析，掌握各种元器件的基本知识，熟悉常用电工仪器仪表的使用方法。

1.1 元器件的识别

无论是家用电器、电气仪表还是在各类电工电子应用设备中，都会用到各种不同型号、规格的电阻、电容、电感、二极管和三极管。通过本节的学习，可以了解各元件的分类、性能指标及测试方法。

实训项目 1 常用元器件的识别及简单测试

一、实训目的

- (1) 学会识别常用的元器件电阻器、电容器、电感器。
- (2) 掌握标称值和实际值的意义及区别。
- (3) 掌握色环电阻、色码电感与电容的读法。
- (4) 熟练掌握用仪表测量电阻、电容、电感的大小。

二、原理说明

电路中常用的基本元器件有电阻器、电感器、电容器等，下面将分别说明它们的用途、分类、主要技术参数和识别方法。

1. 电阻器

电阻器对通过它的电流呈现一定的阻碍作用。灯泡就是一个电阻器。电阻器具有消耗能量的性质。电阻器的主要用途是稳定和调节电路中的电流和电压，其次还有限制电路电流、分配电压等功能。电阻主要分为薄膜电阻和线绕电阻两大类。薄膜电阻又可分为碳膜电阻和金属膜电阻两类，其中碳膜电阻应用较为普遍。

1) 电阻器的命名

例如，一个电阻的型号为 20W 200RJ，它所代表的含义如下：

R：(名称)电阻器；

J：(材料)金属膜，当材料为碳膜时符号为 T；

20W：(额定功率)20 W；

200：(标称阻值)200 Ω 。

即该电阻为额定功率 20 W，标称阻值 200 Ω 的金属膜电阻器。

2) 线性电阻器的主要性能指标

• 额定功率

电阻器的额定功率是指在规定的环境温度和湿度下,假定周围空气不流动,长期连续运行而不损坏或基本不改变性能的情况下,电阻器上允许消耗的最大功率。当超过额定功率时电阻器的阻值将发生变化,甚至发热烧毁。为保证安全使用,一般选用额定功率比它在电路中消耗的功率高 1~2 倍。

额定功率分 9 个等级,常用的有 1/20 W, 1/8 W, 1/4 W, 1/2 W, 1 W, 2 W, 4 W, 5 W 等,在实际工作中应用较多的有 1/4 W, 1/2 W, 1 W, 2 W。

• 标称阻值

标称阻值是产品标志的“名义”阻值,单位为 Ω , $k\Omega$, $M\Omega$ 。任何固定电阻的阻值都应符合标称阻值系列表,见表 1-1。

表 1-1 标称阻值系列表

允许误差	系列代号	标称阻值系列
$\pm 5\%$	E24	1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6, 1.8, 2.0, 2.2, 2.7, 3.0, 3.3, 3.6, 3.9, 4.3, 4.7, 5.1, 5.6, 6.2, 6.8, 7.5, 8.2, 9.1
$\pm 10\%$	E12	1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.2, 2.7, 3.3, 3.9, 4.7, 5.0, 6.8, 8.2
$\pm 20\%$	E6	1.0, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8

• 允许误差

允许误差是指电阻器实际阻值对于标称阻值的最大允许偏差范围,表示产品的精确度。允许误差等级见表 1-2。

表 1-2 允许误差等级表

级别	005	01	02	I	II	III
允许误差	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$

电阻的阻值和误差一般常用数字标印在电阻上,但对于实芯碳膜电阻和微型电阻,则用画在首部的四道或五道色环来表示。如一电阻,靠近一端有四道色环,它们的意义分别为:第一、二道色环表示阻值的第一、二位数,第三道色环表示第二位数后面零的个数(即 10 的倍率),第四道色环表示阻值的允许误差。各种颜色代表的意义见表 1-3。

表 1-3 色环对照表

颜色	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	黑	金	银	底色
数值	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0			
误差											$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$

例如,一电阻的四道色环分别为黄、紫、红、金,则该电阻的阻值为 4700 Ω ,即 4.7 $k\Omega$,误差为 $\pm 5\%$ 。

如果电阻上有五道色环,常称它为精密电阻。它的第一、二、三道色环表示阻值的第一、二、三位数,第四道色环表示后面零的个数(即 10 的倍率),第五道色环表示阻值的允许误差。例如,一电阻的五道色环颜色依次为棕、棕、橙、金、棕,它的三位有效数字为

113, 金代表后面乘以 10^{-1} (若是银, 则是 10^{-2}), 最后一个棕代表误差为 $\pm 1\%$ 。

• 最高工作电压

最高工作电压是指由电阻器最大电流密度、电阻体击穿及其结构等因素所规定的工作电压限度。当工作电压过高时, 虽然功率不超过规定值, 但内部会发生电弧火花放电, 导致电阻变质、损坏。一般 $1/8\text{ W}$ 碳膜电阻或金属膜电阻最高工作电压不能超过 150 V 或 200 V 。

3) 电阻的简单测量

电阻的测量方法很多, 我们常用的方法是用万用表的欧姆挡测量, 也可使用电桥进行精密测量。测量时须注意不能用双手捏电阻两端, 以免将人体电阻并联进去, 造成测量值不准确。

2. 电容器

洗衣机、电扇等家用电器中有一个重要的元件——电容器。如果电容器失效, 洗衣机、电扇就转不起来了。电容器是由两个金属电极中间夹一层绝缘体(又称电介质)所构成的。当在两个金属电极间加上电压时, 电极上就会储存电荷。所以, 电容器可以储存电场能量。电容器是一种储能元件, 它具有“隔直通交”的特点, 在电路中常用于调谐、滤波、耦合、旁路、信号调谐和能量转换等方面。

1) 电容器的分类

我们常用的电容有固定电容和可变电容, 固定电容中我们用得最多的是电解电容和瓷片电容。

电解电容的优点是容量大, 体积小, 耐压高(一般是在 500 V 以下), 常用于交流旁路和滤波; 缺点是容量误差大, 且随频率而变动, 绝缘电阻低。电解电容有正、负之分, 长脚的一端为正(没有符号), 短脚的一端为负(有负号)。使用时必须注意不能接反。若接反, 电解作用会反向进行, 氧化膜很快变薄, 漏电流急剧增加。如果所加的直流电压过大, 则电容器很快发热, 甚至会引起爆炸。

瓷片电容以高介电常数、低损耗的陶瓷材料为介质, 故体积小, 损耗小, 温度系数小, 可工作在超高频范围, 但耐压较低(一般为 $60\sim 70\text{ V}$); 瓷片电容容量较小, 一般为 $1\sim 100\text{ pF}$ 。为克服容量小的缺点, 目前采用了铁电陶瓷和独石电容, 它们的容量分别可达到 $680\text{ pF}\sim 0.047\text{ }\mu\text{F}$ 和 $0.01\text{ }\mu\text{F}$ 至几 μF , 但其温度系数大, 损耗大, 容量误差也大。

2) 电容器的主要指标

• 电容量

电容量是指电容器加上电压后储存电荷的能力。常用单位是法(F)、微法(μF)和皮法(pF)。皮法也称作微微法。三者关系为: $1\text{ F}=10^6\text{ }\mu\text{F}=10^{12}\text{ pF}$ 。一般电解电容都直接写出其容量和耐压值, 瓷片电容则多用数字来标出容量。如电容上标出“332”三位数字, 前两位数字给出电容量的第一、二位数字, 第三位数字则表示附加零的个数(也是 10 的倍率), 以 pF 为单位。因此“332”表示电容量为 3300 pF 。我们较常用的如“104”表示 $100\ 000\text{ pF}$, 即 $0.1\text{ }\mu\text{F}$; “103”表示 $10\ 000\text{ pF}$, 即 $0.01\text{ }\mu\text{F}$ 。

• 允许误差

允许误差是实际电容量对于标称电容量的最大允许偏差范围。固定电容器的允许误差分为 8 级, 见表 1-4。

表 1-4 电容器的允许误差等级

级别	01	02	I	II	III	IV	V	VI
允许误差	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\% \sim -30\%$	$+20\% \sim -30\%$	$+50\% \sim -20\%$	$+100\% \sim -10\%$

• 额定工作电压

额定工作电压是指电容器在规定的工作温度范围内长期、可靠地工作所能承受的最高电压。常用固定式电容器的直流工作电压系列为 6.3 V, 10 V, 16 V, 25 V, 40 V, 63 V, 100 V, 160 V, 250 V, 400 V。

• 绝缘电阻

绝缘电阻是加在其上的直流电压与通过它的漏电流的比值。绝缘电阻一般应在 5000 M Ω 以上, 优质电容器可达 T Ω 级(10^{12} Ω)。

3) 电容器质量优劣的简单测试

一般, 我们用模拟万用表的欧姆挡就可以简单测量出电解电容器的优劣, 粗略地辨别其漏电、容量衰减或失效的情况。具体方法是: 选用 $R \times 1k$ 电阻挡, 将黑表笔接电容器的正极, 红表笔接电容器的负极, 若表针摆动大, 且返回慢, 返回位置接近 ∞ , 说明该电容器正常, 且电容量较大; 若表针摆动虽大, 但返回时表针显示的欧姆值较小, 说明该电容器有较大的漏电电流; 若表针摆动很大, 接近于 0, 但不返回, 说明该电容器已击穿; 若表针不摆动, 则说明该电容器已开路, 失效。

如果电容器的容量较小, 应选择万用表 $R \times 10k$ 挡测量。

3. 电感器

1) 电感器的分类

镇流器、电机、变压器的线圈都是电感线圈, 可以储存磁场能量。电感线圈(又称电感器)的用途极为广泛, 例如 LC 滤波器, 调谐放大电路, 去耦电路等。电感器按结构特点可分为单层、多层、蜂房、带磁芯及可变电感线圈。

电感器一般由线圈构成, 为增加电感量 L , 提高品质因素 Q , 减小体积, 通常在线圈中加入软磁性材料的磁芯。根据电感器的结构, 电感器可分为铁心线圈和非铁心线圈。铁心线圈为非线性电感。根据电感器的电感量可调与否, 电感器可分为固定、可变和微调电感器。可变电感器的电感量可利用磁芯在线圈内移动而在较大范围内调节, 它与固定电容器配合, 使用于谐振电路中起调谐作用。微调电感器可以满足整机调试的需要和补偿电感器生产中的分散性, 一次调好后, 一般不再变动。

此外, 还有一些小型电感器, 如色码电感器、平面电感器和集成电感器, 可满足电子设备小型化的需要。色码电感的读法与色环电阻的读法相同, 单位为 μH (微亨)。

2) 电感器的主要性能指标

• 电感量 L

电感量是指电感器通过变化电流时产生感应电动势的能力, 其大小与磁导率 μ 、线圈单位长度中的匝数 N 以及体积 V 有关。当线圈的长度远大于直径时, 电感量可按式 $L = \mu N^2 V$ 计算。电感量的单位有 H, mH, μH 。

• 品质因素 Q

品质因素反映电感器传输能量的本领。 Q 值越大, 传输能量的本领越大, 即损耗越小,

一般要求 $Q=50\sim300$ 。 $Q=\omega L/R$ ，其中， ω 为工作角频率， L 为线圈电感量， R 为线圈电阻。

• 额定电流

额定电流主要对高频电感器和大功率调谐电感器而言，通过电感器的电流超过额定值时，电感器将发热，严重时烧毁。

测量电感的方法与测量电容的方法相似，但现象相反，请同学们自己分析。

三、实训设备和器件

- | | |
|------------------------|-----|
| (1) 实训工作台(含三相电源、常用仪表等) | 一台 |
| (2) 电感电容测量仪 | 一台 |
| (3) 台式数字万用表、指针万用表 | 各一台 |
| (4) 不同种类的色环电阻 | 三个 |
| (5) 不同电容量的电容 | 三个 |
| (6) 不同电感量的电感 | 三个 |

以上设备和器件的技术参数可按实训室的要求进行选取。

四、实训内容和步骤

- (1) 把无源元件电阻器、电容器、电感器与二极管、三极管分拣开。
- (2) 读取色环电阻，再用万用表测量其阻值，比较后把结果填入表 1-5 中。
- (3) 用指针万用表测量电容器的好坏，然后用数字电容表测量每个电容器的电容量，并把结果填入表 1-5 中。
- (4) 用数字电感表测量每个电感器的电感量，并把结果填入表 1-5 中。
- (5) 用指针万用表测量二极管的好坏，并判断其极性。
- (6) 用指针万用表判断三极管的极性，并画图标明各管脚极性。

表 1-5 电阻、电容、电感数据记录表

名 称	标称值	测量值	误 差
电 阻 器			
电 容 器			
电 感 器			

五、注意事项

- (1) 用万用表测量电阻时须注意不能用双手捏电阻两端，以免将人体电阻并联进去，造成测量值不准确。
- (2) 用色环或色码法读电阻、电容和电感值的时候，注意它们隐含的单位是什么。